

Relatório 3: Otimização do Código Mach2D - Solvers

Jonas Joacir Radtke

18 de outubro de 2012

1 Objetivo Geral

Avaliar o desempenho (tempo de CPU) necessário para resolver o escoamento bidimensional invíscido com o Mach2D utilizando diferentes solvers. Nesta etapa foi utilizado o programa otimizado na etapa 1, removendo as colunas da matriz dos coeficientes referentes aos volumes SW, SE, NW e NE, resultando em um código com solvers para matrizes pentadiagonais.

2 Caracterização do Computador e do Compilador

Tabela 1: Configuração dos computadores utilizados nas simulações numéricas.

Hardware	Processador	Intel(R) Core(TM) i5-2310
	Frequência [GHz]	2,90
	Arquitetura [bits]	64
	Memória RAM [GB]	8,0
Software	Sistema operacional	Linux
	Descrição	Ubuntu 12.04 LTS
	Kernel	3.2.0-23-generic
	Compilador	GFortran
	Versão	4.6.3

3 Dados de Entrada Fixos no Mach2D

Tabela 2: Parâmetros utilizados no arquivo de entrada de dados do Mach2D.

Descrição	Variável	Valor
Kind of grid (1=uniform; 2=Geometric Progression, 3=power law)	<i>kg</i>	1
Coordinate system (1=cylindrical; else cartesian)	<i>coord</i>	1
Perfect gas constant [$J/(kg \cdot K)$]	<i>Rg</i>	2.8690000E+02
Specific heat ratio (Cpo/Cvo in the chamber)	<i>gamma</i>	1.4000000E+00
Stagnation pressure in the chamber [Pa]	<i>po</i>	1.7250680E+06
Stagnation temperature in the chamber [K]	<i>T0</i>	8.3333000E+02
Atmospheric pressure at the sea level [Pa]	<i>pr</i>	1.0132500E+05
Gravitational acceleration at the sea level [m/s^2]	<i>go</i>	9.8066500E+00
Viscosity model (0=Euler; 1=Navier-Stokes)	<i>modvis</i>	0
Turbulence model option (0=laminar; 1=Baldwin-Lomax)	<i>modtur</i>	0
Boundary condiction (0=adiabatic; 1=prescribed temperature)	<i>ccTw</i>	0
Maximum number of interactions of the time evolution	<i>itmax</i>	50000
Parada com base no valor do resíduo	<i>tolerance</i>	1.0000000E-06
Upload backup data and continue computation (0=no; 1=yes)	<i>reload</i>	0
Frequency of saving backup data	<i>wbkp</i>	50000
Frequency of printing in the listing file	<i>wlf</i>	1
Open result files (1=no; 0=yes)	<i>sem_a</i>	1
Visualize the plot (0=yes; 1=no)	<i>sem_g</i>	1
Frequency of writing data for graphics	<i>w-g</i>	1
Write the fields (1=yes; 0=no)	<i>w_cam</i>	1

4 Resultados

Observações: Diversos solvers foram considerados, incluindo os contidos no pacote LAPACK, no Fortran Power Station da Microsoft e no Lapl2D (Ferziger e Pèric).

Todos os solvers pertencentes aos pacotes LAPACK e ao Fortran PowerStation da Microsoft podem ser resumidos em três diferentes tipos de matrizes: matrizes cheias, matrizes tridiagonais e matrizes banda. Os solvers destinados a matrizes banda alocam e efetuam cálculos com toda a largura da banda, incluindo os valores nulos entre a diagonal principal e a última diagonal da banda. Tal característica inviabiliza a utilização de tais códigos pelo Mach2D.

Os solvers implementados por Ferziger e Pèric para o código Lapl2D possuem as características mínimas para que o tempo de processamento seja otimizado, ou seja, são alocados e efetuados cálculos apenas com as cinco diagonais não nulas do sistema linear. Porém, a numeração da malha é da forma lexicográfica percorrendo-se primeiramente cada volume da direção y para posteriormente incrementar-se em x . Outra limitação observada foi que os sistema linear é resolvido apenas para volumes internos ao domínio de controle. Para adaptar tais solvers ao Mach2D seria necessário reescrevê-los.

Considerando-se tais limitações, este estudo ficou restrito a avaliação dos métodos MSI, TDMA e TDMA modificado para matrizes pentadiagonais. As modificações realizada no TDMA

Conclusões: Através da tabela abaixo podemos observar que o TDMA original é mais rápido do que o MSI em malhas mais grossas. Tal situação se inverte para as duas malhas mais finas. As alterações realizadas no método TDMA para que ele funcione de forma similar ao Gauss-Seidel não influenciaram de forma significativa o tempo de CPU.

Tabela 3: Influência do solver sobre o tempo de CPU. Foram testados o TDMA, duas versões do TDMA modificado e o MSI, identificados respectivamente por *tdma*, *tdmags*, *tdgs2* e *msi*.

Simulation	n_x	n_y	RAM	β	Δt	it	t_{cpu}	C_d	Fd^*
Back1a0056tdma	58	22	15.362	0.0	1.0E-05	582	1.16800E+00	1.0470434618E+00	9.7707457858E-01
Back1a0056tdmags	58	22	15.374	0.0	1.0E-05	679	1.23500E+00	1.0470434054E+00	9.7708276899E-01
Back1a0056tdgs2	58	22	15.362	0.0	1.0E-05	583	1.13200E+00	1.0470434618E+00	9.7707818917E-01
Back1a0056msi	58	22	15.449	0.0	1.0E-05	641	1.56200E+00	1.0470434618E+00	9.7707790634E-01
Back1a0112tdma	114	42	17.562	0.0	5.0E-06	1637	1.22380E+01	1.0169458676E+00	9.7209052329E-01
Back1a0112tdmags	114	42	17.562	0.0	5.0E-06	1601	1.12620E+01	1.0169458522E+00	9.7209796384E-01
Back1a0112tdgs2	114	42	17.562	0.0	5.0E-06	1639	1.22140E+01	1.0169458676E+00	9.7209601254E-01
Back1a0112msi	114	42	17.820	0.0	5.0E-06	1639	1.55350E+01	1.0169458676E+00	9.7209587826E-01
Back1a0224tdma	226	82	26.257	0.0	2.0E-06	4563	1.53372E+02	1.0008339011E+00	9.7024133675E-01
Back1a0224tdmags	226	82	26.257	0.0	2.0E-06	4292	1.34073E+02	1.0008339059E+00	9.7024271923E-01
Back1a0224tdgs2	226	82	26.257	0.0	2.0E-06	4474	1.48260E+02	1.0008339011E+00	9.7024253011E-01
Back1a0224msi	226	82	27.387	0.0	2.0E-06	4473	1.78650E+02	1.0008339011E+00	9.7024251549E-01
Back1a0448tdma	450	162	60.194	0.0	2.0E-06	3195	5.61318E+02	9.9147362392E-01	9.6867063202E-01
Back1a0448tdmags	450	162	60.194	0.0	2.0E-06	4376	7.18105E+02	9.9147365988E-01	9.6869394278E-01
Back1a0448tdgs2	450	162	60.194	0.0	2.0E-06	4738	8.32890E+02	9.9147362453E-01	9.6869259392E-01
Back1a0448msi	450	162	64.273	0.0	2.0E-06	4197	6.87207E+02	9.9147368460E-01	9.6869162145E-01
Back1a0896tdma	898	322	196.394	0.0	1.0E-06	8895	7.93446E+03	9.8646937014E-01	9.6779162185E-01
Back1a0896tdmags	898	322	196.397	0.0	1.0E-06	8917	6.92514E+03	9.8646943727E-01	9.6780822502E-01
Back1a0896tdgs2	898	322	196.394	0.0	1.0E-06	8902	7.53610E+03	9.8646937014E-01	9.6780755066E-01
Back1a0896msi	898	322	211.051	0.0	1.0E-06	9264	6.22544E+03	9.8646942891E-01	9.6780694915E-01
Back1a1792tdma	1794	642	738.569	0.0	5.0E-07	19709	7.83938E+04	9.8391776655E-01	9.6736114809E-01
Back1a1792tdmags	1794	642	738.569	0.0	5.0E-07	23061	8.09368E+04	9.8391807941E-01	9.6737251761E-01
Back1a1792tdgs2	1794	642	738.569	0.0	5.0E-07	17331	6.77598E+04	9.8391776656E-01	9.6737211864E-01
Back1a1792msi	1794	642	796.875	0.0	5.0E-07	14574	3.92385E+04	9.8391780358E-01	9.6737173252E-01

Tabela 4: Influência do número de diagonais sobre o tempo de CPU obtidos com o TDMA. Foram realizadas simulações com 5 e 9 diagonais, identificadas respectivamente por udsNXtdma e Back1aNXo3.

Simulation	n_x	n_y	RAM	β	Δt	it	t_{cpu}	C_d	Fd^*
uds0056tdma	58	22	0.000	0.0	1.0E-05	187	1.74000E-01	1.0470353210E+00	9.7706786993E-01
Back1a0056o3	58	22	0.000	0.0	1.0E-05	187	2.360000E-01	1.0470353210E+00	9.7706786993E-01
uds0112tdma	114	42	7.899	0.0	5.0E-06	471	1.81000E+00	1.0169523187E+00	9.7209710276E-01
Back1a0112o3	114	42	7.899	0.0	5.0E-06	471	2.009000E+00	1.0169523187E+00	9.7209710276E-01
uds0224tdma	226	82	15.798	0.0	2.0E-06	1335	2.17590E+01	1.0008414958E+00	9.7025076007E-01
Back1a0224o3	226	82	15.798	0.0	2.0E-06	1335	2.563800E+01	1.0008414958E+00	9.7025076007E-01
uds0448tdma	450	162	47.394	0.0	2.0E-06	1601	2.00052E+02	9.9147113999E-01	9.6866696560E-01
Back1a0448o3	450	162	63.192	0.0	2.0E-06	1601	2.392760E+02	9.9147113999E-01	9.6866696560E-01
uds0896tdma	898	322	181.677	0.0	1.0E-06	3217	2.15177E+03	9.8646849822E-01	9.6779077703E-01
Back1a0896o3	898	322	244.869	0.0	1.0E-06	3217	2.598684E+03	9.8646849822E-01	9.6779077703E-01
uds1792tdma	1794	642	718.809	0.0	5.0E-07	7838	2.49250E+04	9.8391784746E-01	9.6736122299E-01
Back1a1792o3	1794	642	987.375	0.0	5.0E-07	7838	2.929012E+04	9.8391784746E-01	9.6736122299E-01